



Måling af den totale metanemission fra Frederiksværk losseplads

Fredenslund, Anders Michael; Delre, Antonio; Scheutz, Charlotte

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Fredenslund, A. M., Delre, A., & Scheutz, C. (2015). *Måling af den totale metanemission fra Frederiksværk losseplads*. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Måling af den totale metanemission fra Frederiksværk losseplads



Metan og sporgaskoncentrationer nedvinds Frederiksværk losseplads under måling af total metanemission fra deponiet 7. juli 2015. Baggrundskoncentrationen af metan på 1,924 ppm er fratrullet. Der blev set emission af metan fra komposteringsanlægget nær deponiet, men det var muligt at separere de to kilder.

Anders M. Fredenslund, Antonio Delre & Charlotte Scheutz

Institut for Vand og Miljøteknologi

Danmarks Tekniske Universitet.

Oktober 2015

Institut for Vand og Miljøteknologi

Miljøvej

Bygning 113

2800 Kgs. Lyngby

Email: info@env.dtu.dk

Telefon: 45 25 16 00

Fax: 45 93 28 50

CVR-nr. 30 06 09 46

EAN-nr. 57 98 00 04 31 201

Kontakt vedr. denne rapport:

Anders M. Fredenslund

Telefon: +45 45 25 15 91

E-mail: amfr@env.dtu.dk

$$f(x+\Delta x)=\sum_{i=0}^{\infty}\frac{(\Delta x)^i}{i!}f^{(i)}(x)$$
$$\Delta\int_a^b\Theta+\Omega\int\delta e^{i\pi}=-1$$
$$\infty=\{2.7182818284\}$$
$$\chi^2$$
$$\sum!$$
$$\gg$$
$$\approx$$
$$\lambda$$

ο τυθιοποσδφγηξκλ

1. Indledning og formål

Institut for Vand og Miljøteknologi (DTU Miljø) udfører for Miljøstyrelsen målinger af totale emissioner af metan fra en række danske deponier som led i etablering af biocovers til nedbringelse af drivhusgasemissioner. Denne rapport beskriver måling og resultater fra deponiet Frederiksværk losseplads beliggende ved Frederiksværk Affaldscenter, Havnesvinget 10, 3300 Frederiksværk. Målingen blev udført 7. juli, 2015.

DTU Miljø har lang erfaring med måling af gasemissioner fra deponier med brug af forskellige metoder. I 2011 blev der indkøbt udstyr til opbygning af en mobil analyseplatform til udførsel af sporgasdispersionsmålinger, som har vist sig at være en velegnet metode til måling af totale emissioner fra deponier og lignende anlæg, der er karakteriseret ved, at emissionerne sker fra diffuse og måske ukendte kilder fordelt på relativt store arealer.

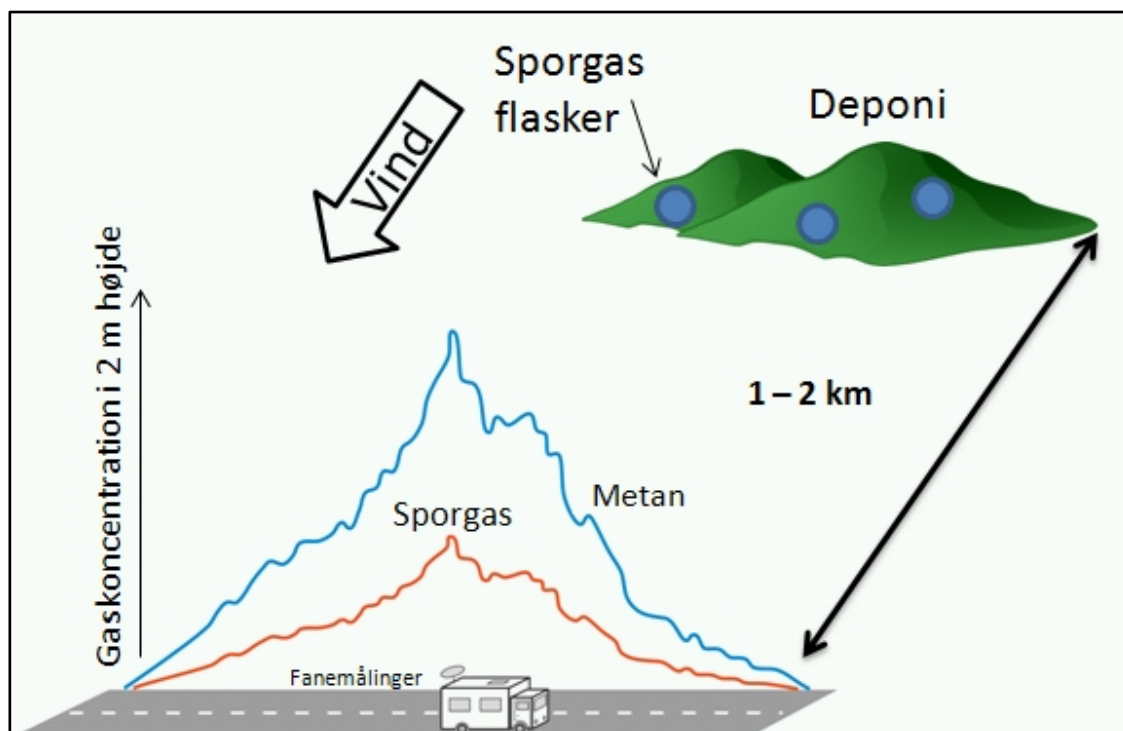
Sporgasdispersionsmetoden har været anvendt her primært til at måle den totale emission af metan fra det deponerede affald på anlægget. Der understreges, at målingen viser emissionen, som den var på det tidspunkt, hvor målingen blev udført, og at gasemissioner fra deponier varierer over tid - blandt andet under påvirkning af atmosfæriske forhold som trykstigninger og fald.

DTU Miljø har tidligere i marts 2013 målt den totale emission af metan fra Frederiksværk losseplads (Mønster & Scheutz, 2013). Ved denne undersøgelse blev der målt en samlet emission på $12,9 \pm 1,9 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$, hvor bidraget fra lossepladsen og komposteringsanlæg udgjorde hhv. $8,9 \pm 1,2 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$ og $4,0 \pm 0,7 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$.

2. Metodebeskrivelse

Metoden, der blev anvendt til kvantitativ bestemmelse af den totale metanemission fra deponiet, kaldes den dynamiske sporgasdispersionsmetode, der blandt andet er beskrevet i Galle et al., 2001, Scheutz et al., 2011 og Mønster et al., 2014.

Teorien bag den benyttede målemetode er, at gasser med lang atmosfærisk levetid vil opføre sig ens i forhold til opblanding og transport i atmosfæren. Det er derfor muligt at udlede en kendt mængde af en sporgas tæt på metankilderne, måle koncentrationen af sporgas samt metan langt væk fra kilderne i vindens retning og derefter beregne emissionen af metan ud fra forholdet mellem koncentration af metan og sporgas. Efter at baggrundskoncentrationerne er fratrasket, vil forholdet mellem koncentrationen af metan og sporgas på målestedet være det samme som forholdet mellem metanemissionen og udledningen af sporgas på deponiet. Princippet i metoden er illustreret i Figur 1.



Figur 1. Princippet i den dynamiske sporgasdispersionsmetode til bestemmelse af metanemissionen fra et affaldsdeponi. På figuren ses et match mellem stigninger og fald i koncentrationer af sporgas og metan målt på tværs nedvinds et deponi. Dette indikerer, at sporgasfrigivelsen på tilfredsstillende vis simulerer frigivelsen af metan.

Målingerne blev foretaget med et Picarro metan/acetylen analyseapparat (model G2203), som kan måle meget små koncentrationsforskelle trods den relativt høje baggrunds-koncentration af metan i atmosfæren. En GPS var tilsluttet udstyret for at registrere den præcise geografiske position under målingerne, og en vejstation målte temperatur, atmosfærisk tryk, vindstyrke og retning. For at få en god simulering af den samlede emission af metan er det nødvendigt at frigive sporgas de steder på deponiet, hvor hovedparten af metanen emitteres. Dette sikres ved, at der inden den egentlige måling udføres en screening af metankoncentrationer ved at måle tilgængelige steder på deponiet.

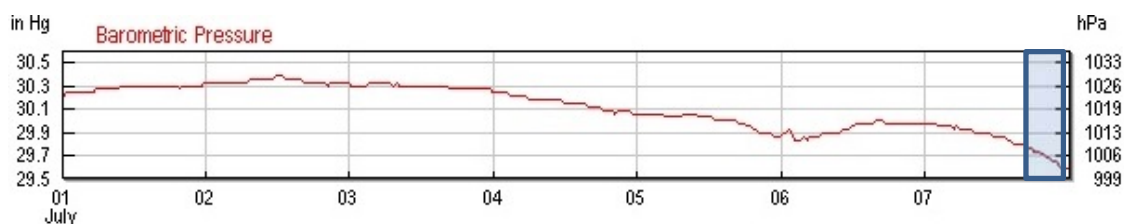
I starten og i slutningen af hver målekampagne måles baggrundskoncentrationerne af metan og sporgas opvinds fra deponiet, og det sikres, at der ikke er andre kilder imellem deponiet og den valgte målevej nedvinds fra deponiet, som kan bidrage til forhøjede koncentrationer af metan eller sporgas. Baggrundkoncentrationen kan stige eller falde i løbet af en målekampagne, hvilket ofte vil skyldes en ændring i lokale atmosfæriske forhold. For at undgå indflydelse fra en stigende eller faldende baggrundskoncentration blev den målte koncentration i enden af hver fanemåling brugt som baggrundskoncentration i emissionsberegningerne i de tilfælde, hvor de atmosfæriske forhold ændrede sig under målekampagnen. Baggrundskoncentrationen af sporgassen acetylen ændrer sig dog ikke som følge af lokale atmosfæriske ændringer på samme måde som metan, da der ikke er så mange lokale emissionskilder.

3. Beskrivelse af udførte målinger

Målingen blev udført 7. juli 2015 mellem ca. 20:00 og 00:20. Den første ca. 1,5 time blev brugt på screeninger af metankoncentrationer på deponiet og i deponiets omgivelser. Derefter blev der afprøvet forskellige konfigurationer af frigivelse af sporgas, hvilket tog i alt ca. en time. Den resterende tid blev brugt på måling af totalemission af metan fra deponiet.

Ved måling af den totale emission af metan blev der anvendt acetylen som sporgas frigivet fra tre lokaliteter på deponiet. Der blev i alt 1,6 kg acetylen i timen ved start af målingen. Senere blev frigivelsen fra den ene sporgas justeret ned, så der i alt blev frigivet 1,4 kg acetylen i timen. Temperaturen var 14 °C. Der var en let vind, der varierede i retning fra syd og sydøst (ca. 3 m/s), der muliggjorde måling nedvinds deponiet på Hundestedvej i en afstand på 700-800 m fra deponiets rand.

Figur 2 viser atmosfæretrykket i perioden før, under og efter målingen målt på Kastrup Lufthavn. Det fremgår af figuren, at målingen er udført i en periode med et faldende atmosfæretryk fra ca. 1009 til 1000 mbar.



Figur 2. Atmosfæretryk i perioden for målingen målt ved Kastrup Lufthavn ca. 56 km fra deponiet. Ca. tidspunkt for målingen er fremhævet i figuren. (Kilde: <http://www.wunderground.com>).

4. Resultater

4.1 Screening af metan i deponiets omgivelser

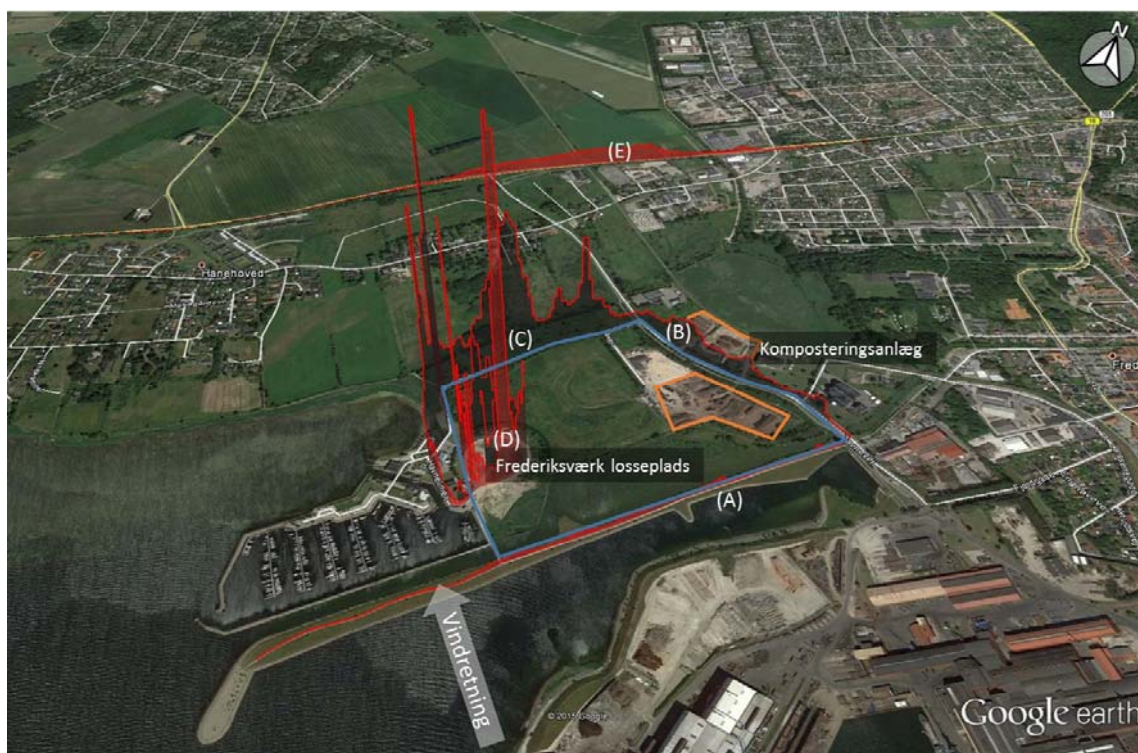
Der blev målt metankoncentrationer i deponiets omgivelser for at identificere nærliggende kilder til metanudledninger, der vil kunne influere resultatet af totalmålingen samt for at identificere muligt sted for at måle emissionen fra deponiet. Figur 3 illustrerer målte metankoncentrationer i deponiets omgivelser.

Umiddelbart opvinds deponiet blev der observeret mindre udsving i metankoncentrationer. Ved området markeret (A) på Figur 3 blev der set et udsving på ca. 0,02 ppm. Det vurderes derfor, at der er mindre kilder til metan emission i industriområdet syd for deponiet. Nedvinds komposteringsanlægget markeret (B) i figuren blev der målt forhøjede metankoncentrationer på op til ca. 0,41 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1,946 ppm, hvilket er tegn på metan emission fra dette område. Nord for den centrale del af deponiet markeret (C) i figuren blev der målt metankoncentrationer op til ca. 1,66 over baggrunds niveau. Ved den vestligste del af deponiområdet – (D) i figuren blev de højeste metankoncentrationer målt – op til ca. 3,65 ppm over baggrunds niveau.

Nedvinds anlægget på Hundestedvej i en afstand på 700-800 meter fra deponiet markeret (E) i Figur 3 blev der målt forhøjede metankoncentrationer på op til 0,22 ppm over baggrunds niveau.

Ud fra sammenligning af metankoncentrationer opvinds og nedvinds deponiet og komposteringsanlægget, vurderes de mindre kilder til metanemissioner i industriområdet syd for anlægget ikke at kunne påvirke målingerne af den totale metanemission fra deponiet.

Screeningen umiddelbart nedvinds deponiet og komposteringsanlægget viste, at der var metanemissioner begge steder, og at emissionen fra deponiet var fordelt over større dele af deponiområdet. De relativt høje koncentrationer målt i den vestligste del viste, at der sker en væsentlig emission derfra.



Figur 3. Screening af metankoncentrationer i deponiets omgivelser. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,946 ppm) og er ganget med 200 for at være synlig på kortet.

4.2 Screening af metan på deponiets område

Måling af totalemission fra deponiet med sporgasdispersionsmetoden kræver, at frigivelsen af sporstof så vidt muligt sker samme sted som frigivelsen af metan som beskrevet i afsnit 2. Dette blev gjort ved at måle de steder på deponiet, hvor det var muligt at køre med det anvendte måleudstyr.

Screeningen kunne kun udføres på en mindre del af deponiet, hvor der er anlagt vej. Ved screeningen blev der observeret væsentligt forhøjede metankoncentrationer i deponiets centrale del markeret (A) i Figur 4. Bemærk, at der er anvendt forskellige multiplikationsfaktorer mht. metankoncentrationer for hhv. Figur 3 og Figur 4. Den højeste målte metankoncentration var her ca. 24 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1,944 ppm. I den del af

komposteringsanlægget, der er markeret (B) i Figur 4 blev der målt forhøjede koncentrationer op til ca. 5,1 ppm over baggrunds niveau. I den del af komposteringsanlægget, der er markeret (C) på figuren blev der målt koncentrationer op til ca. 6,3 ppm over baggrunds niveau.



Figur 4. Screening af metankoncentrationer inden for deponiets område. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,944 ppm) og er ganget med 25 for at være synlig på kortet.

4.3 Måling af totalemission af metan fra deponiet

Metanemissionen er beregnet ud fra forholdet mellem metan- og sporgaskoncentrationerne i nedvindsfanen, hvor koncentrationerne er integreret for hver traversering af fanen. Der blev udført 14 traverseringer.

Under målingen af den totale metanemission fra deponiet blev der frigivet sporgas fra tre lokaliteter: 1 nær grænsen til komposteringsanlægget, 1 centralt på deponiet og 1 i den vestligste del af deponiet – se Figur 5. Ved kun at udlede sporgas fra selve deponiet, var det muligt at separere bidrag fra hhv. kompostering og deponeret affald.

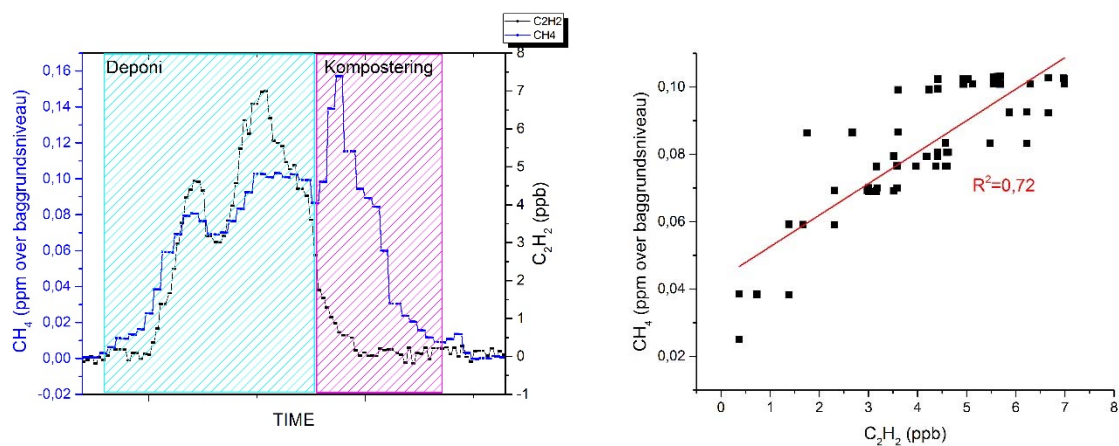
Der blev under målingen justeret på placering af den vestlige frigivelse af sporgas, samt af dennes frigivelsesrate af sporgas for at sikre bedst mulig simulering af emission fra deponiet, der kan vurderes ud fra sammenfald af koncentrationer af hhv. metan og sporgas nedvinds for deponiet.

Figur 5 viser et eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet. Af figuren fremgår tre metanfaner nedvinds deponiet, hvor de to stammer fra deponiet, mens den tredje længst mod øst stammer fra komposteringsanlægget. Under den viste måling blev der

frigivet sporgas tre steder på deponiet. Frigivelsesraten var her 0,42 kg acetylen/time fra den vestligste placering og 0,54 kg/time acetylen fra hver af de to øvrige placeringer. Frigivelsen i alt var altså 1,7 kg acetylen/time.



Figur 5. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet (00:06). Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,924 ppm) og er ganget med 2000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 40. De gule trekanten markerer, hvor der blev frigivet sporstof.



Figur 6. Venstre graf viser metan- og acetylenkoncentrationer fra samme traversering som illustreret i Figur 5. Faner fra hhv. deponi og komposteringsanlæg er markeret. Højre graf viser metankoncentrationer plottet mod sporgaskoncentrationer for fanen fra deponiet markeret i venstre graf.

Emission fra komposteringsanlægget blev som nævnt separeret ved, at der kun udledtes sporgas fra deponi området. Dette var muligt på grund af den sydlige vindretning under målingen. Det bemærkes her, at kompostens placering under målingen var koncentreret i den østligste del, og dermed i en vis afstand fra deponiet. Antages det, at den samme fortynding er gældende for sporgas fra komposteringsanlægget som for sporgassen kan der gives et forsigtigt estimat på emission fra komposteringsanlægget på ca. 10 kg CH₄ time⁻¹. En mere præcis måling af emission fra komposteringsanlægget ville have været mulig med brug af to forskellige sporgasser – en fra deponiområdet og en fra komposteringsanlægget.

Tabel 1 lister målte metanemissioner fra de 14 traverseringer, hvor opdelingen mellem metanemission fra hhv. deponi og komposteringsanlæg var mulig. Disse listede emissioner gælder således kun emissioner fra deponeret affald på anlægget.

Tabel 1. Målte totalemissioner af metan fra Frederiksværk losseplads 7. juli, 2015. Den samlede emission blev beregnet til 22,1 ± 4,7 kg CH₄ time⁻¹ (gennemsnit af målinger ± én standardafvigelse)

Tidspunkt for måling	Målt metanemission (kg CH ₄ h ⁻¹)	Tidspunkt for måling	Målt metanemission (kg CH ₄ h ⁻¹)
22:26	29,1	23:36	26,2
22:29	23,5	23:41	27,0
22:47	19,2	23:50	29,4
22:53	19,0	00:00	19,8
23:13	21,2	00:03	16,4
23:16	26,3	00:06	16,9
23:18	19,4	00:08	16,1

Gennemsnit	22,1 kg CH₄ h⁻¹
Standardafvigelse	4,7 kg CH₄ h⁻¹
Antal traverseringer	14

5. Konklusion

Der blev udført screening af metankoncentrationer på Frederiksværk losseplads samt i deponiets omgivelser 7. juli 2015. Temperaturen var ca. 14 grader, og der var en svag vind der varierede i vindretning fra syd og sydøst, og et faldende atmosfæretryk fra ca. 1009 til ca. 1000 mbar under målingen.

Screening af metankoncentrationer på deponiet indikerede, at en stor del af emissionen sker fra den centrale og vestlige del af Frederiksværk losseplads. Desuden blev der observeret metanemission fra komposteringsområdet øst for deponiet. Dette er i overensstemmelse med tidligere måling beskrevet i Mønster & Scheutz, 2013.

Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til 22,1 ± 4,7 kg CH₄ time⁻¹ hvilket er en del højere end den tidligere måling, som viste 8,9 ± 1,2 kg CH₄ time⁻¹ fra det deponerede affald.

Ændringer i atmosfærisk tryk kan påvirke emissioner fra deponier. Vi vurderer det sandsynligt, at det trykfald, der var under målingen, har medført en forøget emission. Det vurderes, at der ikke har været øvrige kilder til metanemission – fx fra industriområdet syd for deponiet, der har påvirket målingen.

Opdeling af emission fra deponeret affald blev gjort ved at udlede sporgas fra deponiområdet og undlade dette på komposteringsanlægget. En mere præcis måling af komposteringsanlæggets emission vil kunne gøres ved, at der udledes to forskellige sporgasser – en fra deponiet og en fra komposteringsanlægget. Det anbefales at fremtidige tilsvarende målinger af total metanemission fra deponiet gøres under lignende vindretning – altså sydlig vind, for at kunne separere emission fra komposteringsanlæg og deponi.

6. Referencer

Galle, B., Samuelsson, J., Svensson, B.H., Börjesson, G. (2001). Measurements of methane emissions from landfills using a time correlation tracer method based on FTIR absorption spectroscopy. *Environmental Science & Technology*, 35 (1), 21-25

Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Rella, C.W., Scheutz, C., (2014). Quantifying methane emission from fugitive sources by combining tracer release and downwind measurements - a sensitivity analysis based on multiple field surveys. *Waste Management*. 34, 1416–28

Mønster, J., Scheutz, C. 2014. Metanemission fra Frederiksværk losseplads. Kgs. Lyngby, Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark. Pages: 9. På dansk.

Scheutz, C., Samuelsson, J., Fredenslund, A. M., and Kjeldsen, P. (2011). Quantification of multiple methane emission sources at landfills using a double tracer technique. *Waste Management*, 31(5), 1009-1017.